Une **Eolienne** à vitesse constante

Très simple, ce mécanisme à axe vertical est capable de faire débiter 600 à 700 W à un alternateur, par vent soufflant seulement à 30 km/h et d'où qu'il vienne. Une régulation automatique assure une rotation à peu près constante, quelle que soit la vitesse du vent.

Inventé par un Français, Georges Darrieus, l'éolienne à axe vertical n'est pratiquement plus fabriquée aujourd'hui. Mais sa simplicité fait encore rêver les ingénieurs : c'est certainement ce qui a conduit notre lecteur à en construire une de petite puissance.

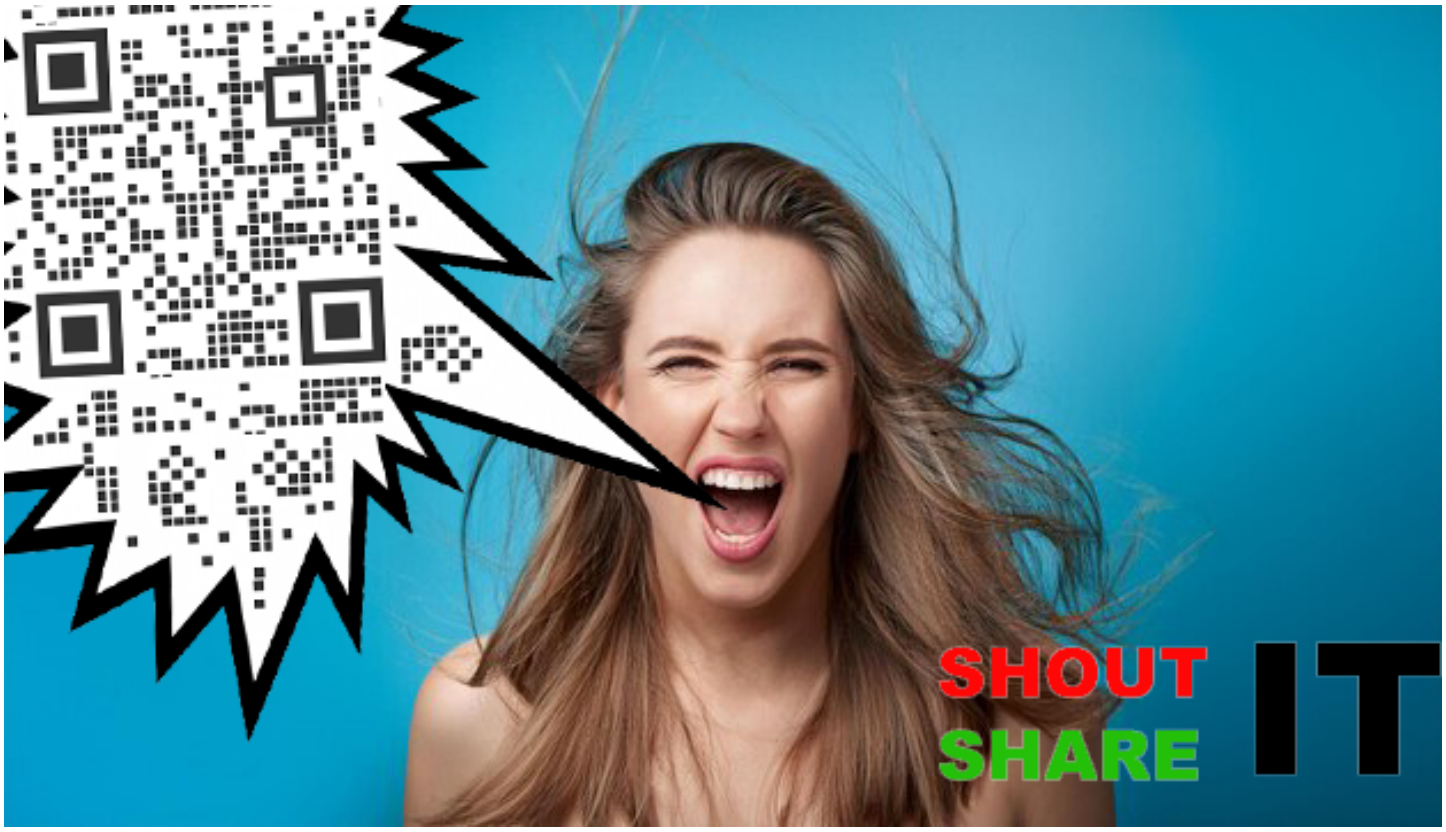
Principe de fonctionnement

Quatre pales en forme de godet tournent sous l'action du vent (fig. 10). Elles se placent automatiquement dans la meilleure position en fonction de sa force et transmettent ainsi une vitesse constante à l'axe vertical. **Par brise légère, les pales s'ouvrent au maximum. Lorsque le vent souffle fort, elles tendent à se refermer :** à noter, le couple maximum appliqué sur l'axe se produit lorsqu'elles sont aux trois quarts fermées. Si le vent devient encore plus violent, les pales se ferment complètement et se rouvrent sous l'effet de ressorts dès qu'il faiblit (fig. 9).

● Ce principe est très intéressant pour entraîner sans dommage un générateur de courant ou une pompe. Comme on le voit sur la photo ci-dessus, l'éolienne transmet sa force à une poulie horizontale à partir de laquelle, il est possible d'entraîner un alternateur ou une pompe par exemple.

La construction des pales

Fabriquées dans de la tôle de 2 mm d'épaisseur, **leur poids conséquent donne à l'ensemble rotatif une forte inertie** qui améliore la régularité de la rotation. Au nombre de quatre, elles sont chacune découpées dans une plaque de 100 x 75 cm. Les tôles A sont cintrées suivant un rayon de 480 mm, afin que les quatre


SHOUT
SHARE
IT

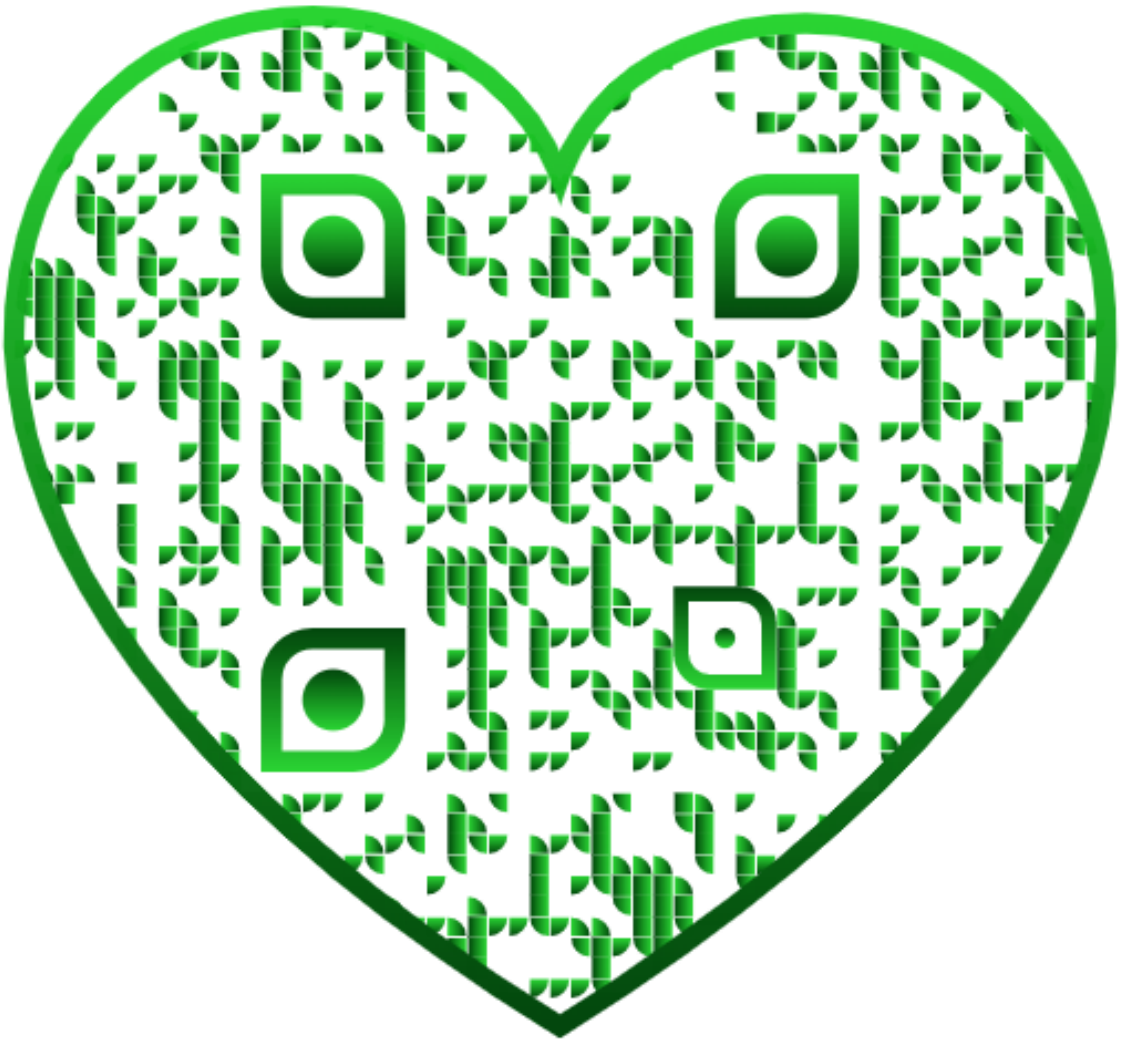


Fig. 1 GABARIT

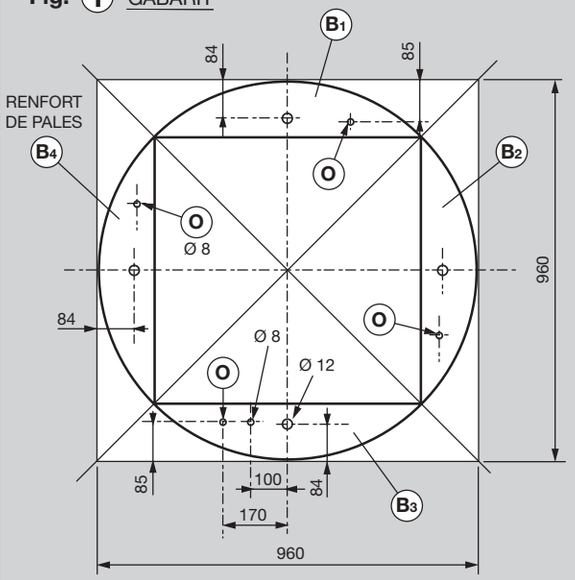


Fig. 2

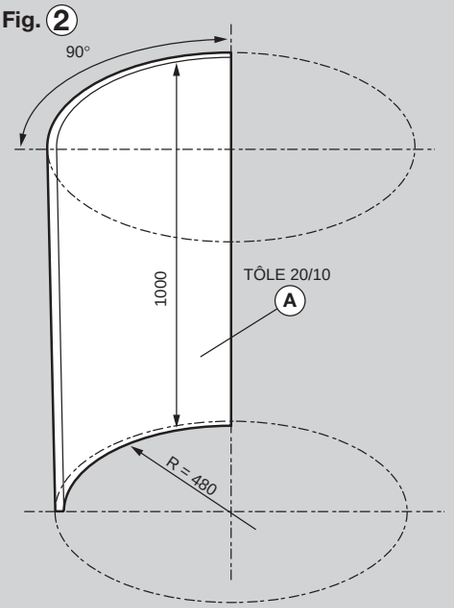
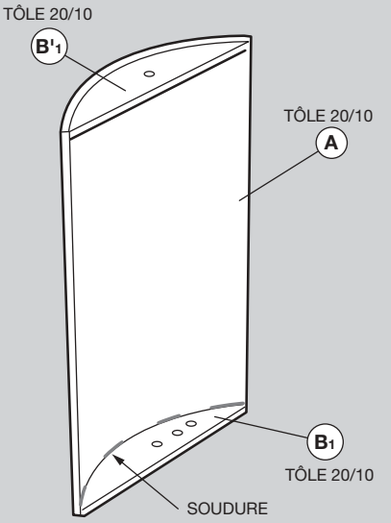


Fig. 3 LES PALES



pièces réunies bout à bout forment un cylindre de 960 mm de diamètre et de 1 m de hauteur (fig. 2). Chaque pale reçoit ensuite deux renforts B et B' en tôle de 2 mm, découpés dans huit morceaux de 700 x 150 mm.

● Pour tracer ces pièces en "demi-lune", un gabarit est confectionné dans une feuille de plastique de 1 x 1 m (fig. 1). Pour ce faire, on trace au feutre un premier carré de 960 mm de côté et ses deux diagonales. À partir de leur intersection, sont tracés un cercle de Ø 960 mm (rayon 480 mm) et deux axes perpendiculaires.
On dessine ensuite un carré plus petit, ayant pour sommet les points d'intersection du cercle avec les diagonales du grand carré.

● À l'aide des gabarits soigneusement découpés, les huit renforts (B1, B2, B3, B4 et B'1, B'2, B'3, B'4) sont tracés sur les feuilles de tôle et découpés à leur tour. Ils sont ensuite percés d'un trou de Ø 12 mm, centré à 84 mm d'un côté du grand carré. **Ces perforations permettent le pivotement des pales,** qui tournent de manière identique grâce à des biellettes les reliant à une croix H (fig. 6). Ces biellettes s'articulent autour d'une vis placée dans des trous de Ø 8 mm, repérés par la lettre "O" sur la figure 1. Les renforts B1, B'1 et B3, B'3 sont percés de deux autres trous Ø 8 mm, qui recevront les vis de maintien des ressorts de traction. Tous les renforts sont ensuite soudés sur les tôles A cintrées (fig. 3).

Les supports de pales

Positionnés au sommet et à la base des pales, ces croisillons sont constitués de deux fers plats G, de 80 x 5 mm de section, longs de 854 mm (fig. 4). Ils sont percés d'un trou central Ø 45 mm, où s'emmanche une bague D, et de deux autres trous Ø 20 mm destinés à des paliers en Nylon. Ces trous sont distants de 792 mm pour le croisillon supérieur et de 800 mm pour celui du bas. Cette petite différence permettra d'incliner légèrement les axes des pales qui, de ce fait, ne risqueront pas de se heurter lorsqu'elles se ferment complètement.

● Le support inférieur se distingue également par la présence de quatre renforts E, qui leur permettent de supporter, sans fléchir, le poids des pales. Usinés dans du fer plat de 30 x 5 mm, longs de 350 mm, ils sont échancrés en bout pour venir épouser la bague à laquelle ils s'assemblent (fig. 5).

● Les bagues sont usinées dans du rond de 50 mm "tourné" à un diamètre extérieur de 45 mm, sur 70 mm de longueur, puis percé axialement au Ø 30,3 mm. Elles sont aussi percées transversalement d'un trou taraudé de Ø 6,5 mm, permettant leur immobilisation sur l'axe vertical au moyen de deux vis de 8 x 15 mm meulées en pointe (avec un angle d'environ 90°). Au montage, chaque bague est insérée dans le trou central du croisillon en affleurant sa face supérieure, puis l'ensemble est solidarisé par soudure. Les renforts du support inférieur sont soudés de même.

Fig. 4 SUPPORT SUPÉRIEUR

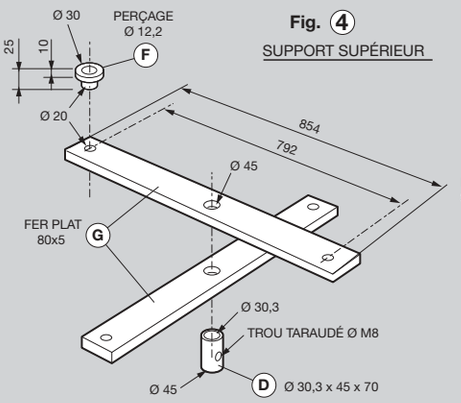


Fig. 5 SUPPORT INFÉRIEUR

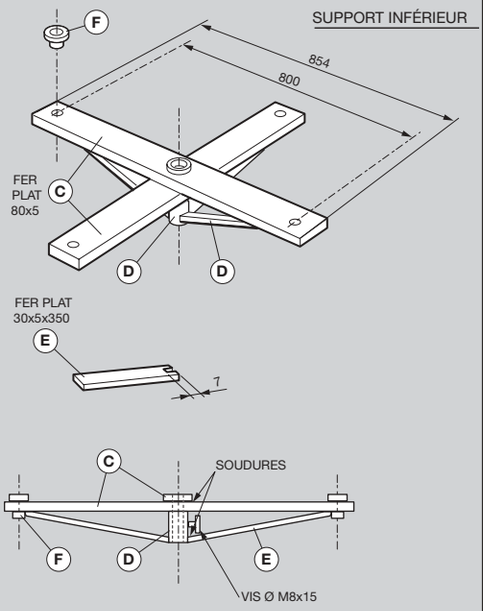


Fig. 6 CROIX DE LIAISON

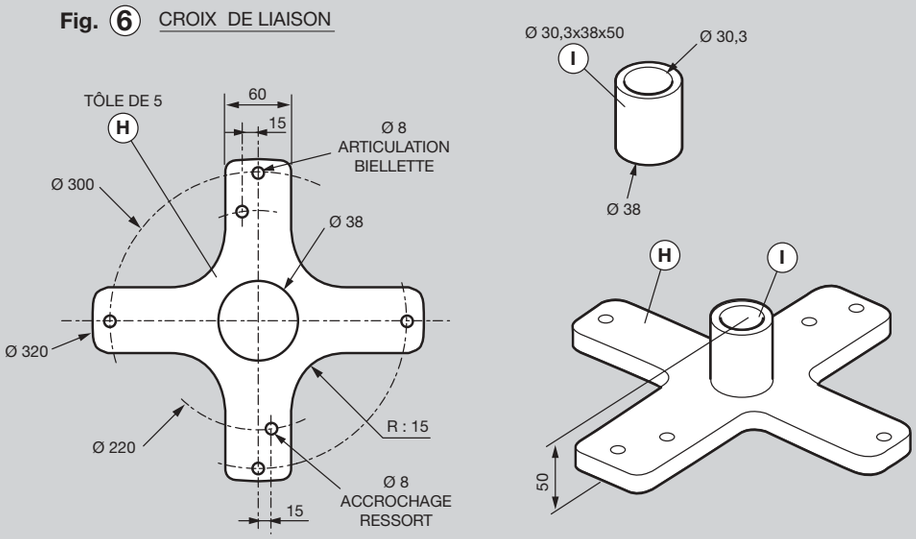
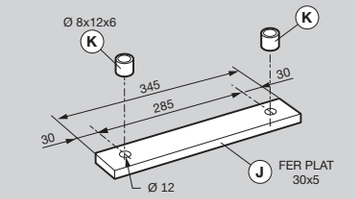
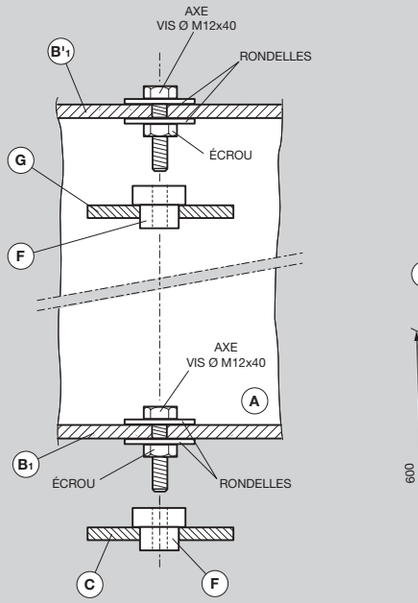


Fig. 7 BIELLETTES ET ACCESSOIRES





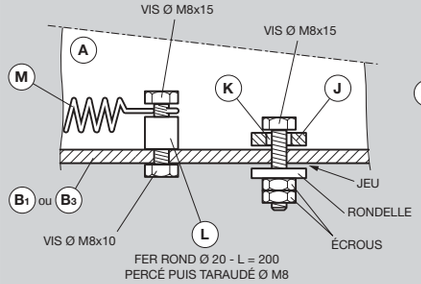
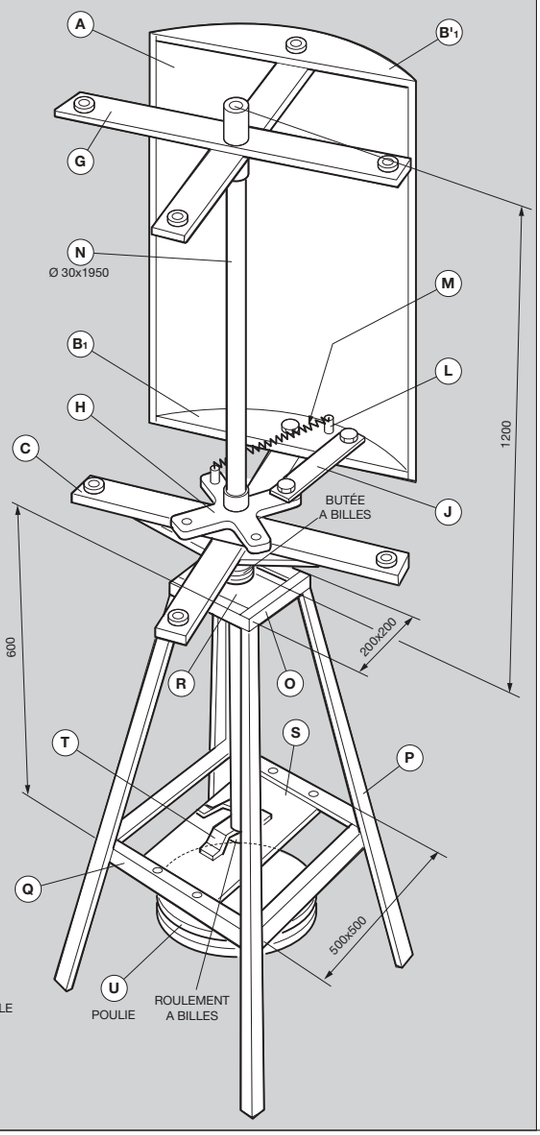


Fig. 8 MONTAGE



● Les paliers F, façonnés dans du Nylon suivant les cotes indiquées dans la même figure 4, sont emmanchés à force dans les trous des croisillons (fig. 5). On peut toutefois se procurer ces pièces dans des magasins de fournitures industrielles.

La croix de pivotement

Identifiée par la lettre H, **cette pièce a pour fonction de coordonner l'inclinaison des pales,** par l'intermédiaire des biellettes. En tôle de 5 mm offrant une bonne rigidité, elle s'inscrit dans une plaque de Ø 320 mm.

● Après traçage (fig. 6), les branches sont découpées à la scie à métaux ou avec une bonne scie sauteuse munie d'une lame adaptée. Un coup de pointeau marque le centre de la croix et permet de tracer deux cercles concentriques, de 300 et 220 mm de diamètre. À l'intersection du grand cercle et des deux axes, sont percés quatre trous de 8 mm où viendront s'articuler les biellettes sur des boulons de 8.

● Destinés à l'accrochage des ressorts, deux trous supplémentaires (Ø 8 mm) sont percés sur le cercle de Ø 220 mm, à 15 mm de part et d'autre d'un axe médian tracé sur l'une des branches. Un dernier trou, Ø 38 mm, est réalisé au centre de la croix. Cette dernière pivotera sur l'axe vertical de l'éolienne. Pour améliorer sa stabilité, elle se complète d'un moyeu I. Tiré d'un tube de 38 mm de diamètre extérieur, il est alésé au tour à un diamètre de 30,3 mm.

● Inséré dans le trou central de la croix, le moyeu doit y être soudé en contrôlant bien sa verticalité. Pour s'en assurer, il suffit de faire pivoter la croix sur le rond de 30 mm qui servira d'axe N.

Biellettes et accessoires

Mesurant 345 mm de longueur, les quatre biellettes J (fig. 7) sont en fer plat de 30 x 5 mm. elles comportent chacune deux trous de Ø 12 mm, distants de 285 mm, dans lesquels s'ajustent les bagues K en Nylon.

● Deux ressorts de rappel M relient les renforts inférieurs B1, B3 à la croix H. **Pour leur éviter de heurter les têtes de vis servant d'axe,** ils sont rehaussés par quatre tronçons de fer rond L de Ø 20 x L. 20 mm, percés de bout en bout au Ø 6,5 mm et taraudés à 8 mm. Ces rehausses sont ensuite fixées, par quatre vis de 8 x 10 mm, aux renforts B1, B3 et à la croix. Pour attacher les ressorts, deux autres vis de 8 x 15 mm sont enfoncées au sommet des rehausses.

Le socle

De forme pyramidale, il se compose de quatre pieds reliés par deux plateformes, haute et basse (fig. 8). Le tout est en cornières perforées de 3 mm, complétées de plaques de tôle de 3 mm. On pourrait aussi utiliser un support naturel (mur, tronc d'arbre) bien exposé au vent.

● La plateforme supérieure se compose d'un cadre O, de 200 x 200 mm, sous lequel est vissée une plaque de tôle R. D'un format de 190 x 190 mm, celle-ci comporte un trou central de Ø 35 mm pour le passage de l'axe N de l'éolienne.

● Plus grande que la première, la plateforme inférieure Q mesure 500 x 500 mm et sa plaque S , 490 x 190 mm. Boulonnée sous deux des cornières, elle est percée en son milieu pour recevoir un roulement. Celui-ci est ajusté dans la plaque, au moyen d'un alésage réalisé à la lime après avoir fait "sauter" le morceau affaibli par une série de trous tangents. Les pieds font 120 à 150 cm de longueur.

Montage et finition

L'axe principal N de l'éolienne tourne dans le socle, par l'intermédiaire d'une butée et d'un roulement (tous deux à billes) montés sur les plates-formes du socle. La butée est simplement posée sur la plaque supérieure, tandis que le roulement est maintenu par quatre pattes T de 40 mm, en fer plat de 20 x 4 mm, boulonnées sur la plaque inférieure.

● L'axe N, de Ø 30 mm et de 1 950 mm de longueur, est en acier. Le support inférieur C est enfilé dessus et serré avec la vis pointeau de 8 x 15 mm : l'axe doit dépasser de 1 200 mm environ de la butée à billes. Une rondelle en Nylon, Ø 32/60 mm (ép. 8 mm), est enfilée sur l'axe. Reposant sur le support inférieur, elle permet la rotation de la croix avec un minimum de résistance.

● La croix en place, avec son moyeu dirigé vers le haut, le support supérieur G est installé. La vis pointeau de blocage est serrée modérément, car il faudra encore le positionner très précisément en hauteur et en rotation. Mais avant cela, deux vis de 12 x 40 mm ainsi que deux écrous (fixés à la colle époxy) et quatre rondelles sont montés sur chaque pale. Ces vis serviront d'axe d'articulation au bout des supports *(voir détail sur vue de l'ensemble monté)*.

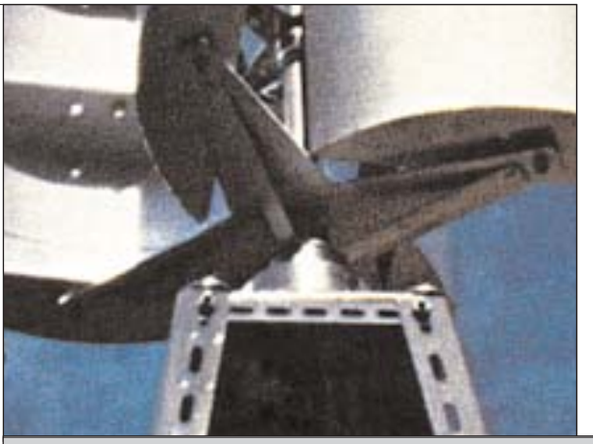
● Deux pales, diamétralement opposées, sont installées sur les supports haut et bas. La hauteur et l'alignement de ces derniers sont réglés de façon que le poids de la pale se reporte sur celui du bas. Il faut donc laisser un petit espace entre la face interne des renforts B' et le dessus des paliers F. Les vis de blocage de leurs bagues peuvent ensuite être serrées fortement.

● Les deux autres pales sont montées à leur tour, suivies des quatre biellettes. Celles-ci sont boulonnées sur le renfort inférieur et sur la croix, tout en permettant leur pivotement. Un écrou et un contre-écrou sont prévus sur chacune des vis de 8 x 15 *(voir détail du montage de l'axe biellette)*.

● Les deux ressorts de traction, permettant l'ouverture des pales, ont un diamètre de fil de 3 mm et un diamètre extérieur de 30 mm environ. Leur longueur, qui se détermine par tâtonnements, approche les 330 mm. Indispensable : la boulonnerie doit être zinguée d'origine pour ne pas rouiller et les éléments métalliques dûment protégés contre l'oxydation.

À l'usage

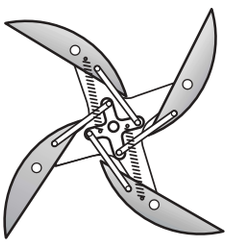
Pour que son éolienne puisse entraîner sans dommage un générateur de courant ou une pompe, notre lecteur a monté sous la plate-forme inférieure une poulie U à gorge trapézoïdale. Clavetée sur l'axe N, elle entraînera grâce à une courroie l'appareil de son choix (fig. 8).



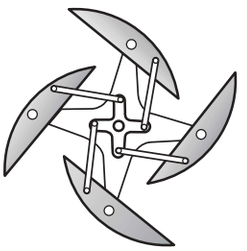
Solidarisé à l'axe, le support de pales inférieur prend appui sur une butée à billes montée sur la plate-forme supérieure du socle. À l'extrémité des bras du support sont fixées les pales articulées.

POSITION DES PALES EN FONCTION DU VENT

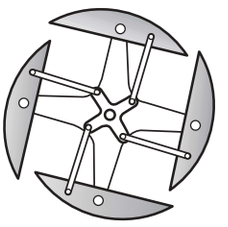
Fig. 9



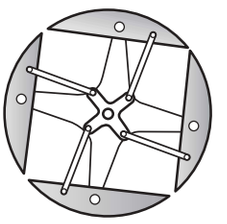
ⓐ POSITION A L'ARRÊT OU VENT TRES FAIBLE



ⓑ POSITION DES PALES PAR VENT MOYEN

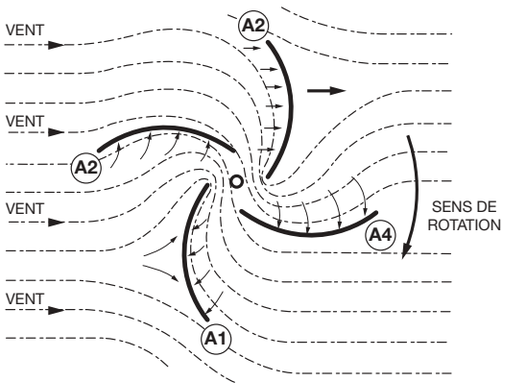


ⓒ POSITION DES PALES PAR VENT FORT



ⓓ POSITION DES PALES PAR VENT TRÈS FORT - TEMPÊTE -

Fig. 10 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT



LA PALE Ⓐ1 SUBIT DEUX PRESSIONS OPPOSÉES QUI S'ANNULENT. LES TROIS AUTRES PALES SONT MOTRICES

LISTE DES MATÉRIAUX

4 feuilles de tôle d'acier doux en 20/10, de 1 000 x 750 mm
8 feuilles de tôle d'acier doux en 20/10, de 700 x 150 mm
3,5 m de fer plat de 80 x 5 mm
1 tôle de 320 x 320 mm, de 5 mm d'épaisseur
1,4 m de fer plat de 30 x 5 mm
16 cm de fer plat de 20 x 4 mm
15 cm de fer rond de 50 mm
1 morceau de tube d'acier Ø 38 x 50 mm
1 morceau de tube d'acier Ø 20 x 80 mm
1 rondelle de Nylon Ø 60, épaisseur 8 mm environ
1 butée à billes
1 roulement à billes Ø 30
8 vis Ø 12 x 40 mm, avec écrous de 12 et rondelles
8 vis Ø 8 x 15 mm, plus écrous et contre écrous de 8
4 vis Ø 8 x 10 mm.
2 ressorts de traction Ø de fil 3 mm, Ø extérieur 30 mm, longueur 330 mm
1 barre d'acier (comprimé) Ø 30 mm x 1 950 mm
9 m de cornière perforée de 50 x 50 mm
1 plaque de tôle de 700 x 190 mm